

PAT-NO: JP402085785A  
DOCUMENT- JP 02085785 A  
IDENTIFIER:  
TITLE: DEVICE AND METHOD FOR AUTOMATICALLY MEASURING  
MAGNETIC FLUX DENSITY

PUBN-DATE: March 27, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YAMAMOTO, KIMISUMI	
KAMATANI, YOSHITO	
HIGUCHI, TADAAKI	
OKITA, TETSUO	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
UBE IND LTD N/A	

APPL-NO: JP63236269  
APPL-DATE: September 22, 1988

INT-CL (IPC): G01R033/06 , G01R033/10

US-CL-CURRENT: 324/244

ABSTRACT:

PURPOSE: To simultaneously measure the magnetic flux density in a prescribed space in the vicinity of an object to be inspected in the X-, Y-, and Z-axis directions by using a multi-axis simultaneously measuring probe.

CONSTITUTION: The multi-axis simultaneously measuring probe 100 is formed by mounting Hall elements stuck to each other with a bonding agent so that the elements are intersected in the X, Y, and Z axes at right angles on the front end of a protective tube 3. When such probe 100 is fitted to one end of an actuator which can move in the X-, Y-,

and Z-axis directions for moving the probe in two or three axis directions, the magnetic flux density in a prescribed space in the vicinity of an object to be inspected having a simple shape can be measured. Moreover, when the probe 100 is fitted to the front end of the motor-driven handle of a multi-axis articulated small-sized robot for industrial use, an object having a complicated shape can be measured automatically by previously tracing the measuring extent of the object. Then an electronic computer calculates the resultant vector of the obtained data and displays the resultant vector as a resultant vector on two- or three-dimensional coordinates on a screen after the data are A/D-converted.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&Japio

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>G 01 R 33/06  
33/10

識別記号

H

庁内整理番号

6860-2G  
6860-2G

④ 公開 平成2年(1990)3月27日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑬ 発明の名称 磁束密度自動計測装置および磁束密度自動計測方法

⑭ 特 願 昭63-236269

⑮ 出 願 昭63(1988)9月22日

⑯ 発 明 者 山 元 公 純 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地 宇部興産株式会社宇部機械製作所内

⑰ 発 明 者 鎌 谷 吉 人 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地 宇部興産株式会社宇部機械製作所内

⑱ 発 明 者 樋 口 忠 明 東京都港区赤坂1丁目12番32号 アーク森ビル 宇部興産株式会社東京本社内

⑲ 発 明 者 沖 田 哲 雄 東京都港区赤坂1丁目12番32号 アーク森ビル 宇部興産株式会社東京本社内

⑳ 出 願 人 宇 部 興 産 株 式 会 社 山口県宇部市西本町1丁目12番32号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

磁束密度自動計測装置および磁束密度自動計測方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 非磁性の絶縁体で立方体状に成形したものの表面上に、2個以上の半導体ホール素子面を直交座標系の3方向X、Y、Z軸の内、いずれか2軸以上に固着して配した多軸同時計測用プローブを用いた磁束密度自動計測装置。

(2) 2または3軸方向に自在に移動可能な駆動装置の先端に請求項第1記載の多軸同時計測用プローブを取付けた磁束密度自動計測装置。

(3) 第2項記載の駆動装置と多軸同時計測用プローブを組合せて、測定対象空間の各位置における磁束密度成分を測定し、測定したデータを電子計算機に逐次転送して保存し、測定対象空間の数値処理するとともに磁束密度ベクトルの画面表示機能を有した複数次元の磁束密度自動計測方法。

(4) 請求項第1記載の多軸同時計測用プローブを用いて得られたデータをA/D変換し、電子計算機にデータ転送することにより合成ベクトルの計算および2次元および3次元座標上に磁束密度ベクトルの画面表示機能を有した複数次元の磁束密度自動計測方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は電磁石および永久磁石などの磁場発生部品を組み込んだ機器の磁界測定、磁界分布の測定、ならびに検査用に適用する磁束密度自動計測装置および磁束密度自動計測方法に関するものである。

## 〔従来の技術〕

第6図は従来公知の磁束密度検知器(以下単軸用プローブという)の1例を示す斜視図であって、第6図(a)は単軸用プローブの測定前の状態、第6図(b)は単軸用プローブの測定時の状態をそれぞれ示し、第6図(a)と第6図(b)を用いて従来技術を説明する。

ホール素子2は、半導体ホール素子2a、エポ

キシ樹脂2b、4本のリード端子2cから成り、ホール素子2は、半導体ホール素子2a全体を周囲よりエポキシ樹脂2bなどで薄く保護マウントするとともに平板状に仕上げられ、半導体ホール素子2aから伸びる4本のリード端子2cを介してリード線2dに接続されている。さらに、単軸用プローブ1は、ホール素子2、保護管3から成り、非磁性体のパイプ状の保護管3の先端部に、平板状のホール素子2の広域平面と保護管3の軸心とが略平行になるように挿入されている。また、保護管3の他端は、リード線2dを介して増幅器など(図示せず)に接続されていて、アナログ測定、アナログ表示をしている。このような単軸用プローブ1を用いて所望の磁場における磁束密度のベクトル(または磁界の強さという)を測定する場合、まず、予め第6図(b)に示すように単軸用プローブ1の先端からホール素子2を引出し、保護管3を手で保持したままホール素子2のみを、形成されている磁場にホール素子2面を磁場に垂直になるように向けることで、ホール効果を

X、YおよびZ軸方向の磁場における磁束密度ベクトルを求める場合、X、YおよびZ軸方向の各成分の磁束密度をそれぞれ個別に測定し、これら測定データを、逐次合成計算により磁束密度ベクトルを計算しなければならず、測定とデータ解析に多大な手間がかかっていた。

#### [課題を解決するための手段]

そのため、本発明では、2個以上の半導体ホール素子を互いに直角な3方向のX、Y、Z軸に対して、それぞれ直角に配した多軸同時計測用プローブを用い、得られたデータをA/D変換し、通常パソコン30と呼ばれているパーソナルコンピュータなどの電子計算機により、合成ベクトルの計算および2次元または3次元座標上の合成ベクトルとして画面表示させうように構成したものである。

#### [作用]

ホール素子をX、Y、Z軸に直交させるように隣接させて接着剤で接着したものを保護管の先端に装填した多軸同時計測用プローブを形成し、こ

応用した、それぞれの一次元方向の磁束密度のみの測定が可能であった。

前記したようなホール素子2は、近年民生用ならびに産業用に大量に使用されるものであって、作り方は、化合物の半導体薄膜を形成し、これにホットエッチングなどの精密可能をして機能を備えたあと、プラスチックで封止して市場に出荷されている。また、従来、ガウス・メータの測定原理は、半導体ホール素子2aに電流を流し、同時に電流と直角に磁界を印加すれば、電流および磁界と直角方向に、磁界と電流に比例し、半導体ホール素子の厚さに反比例した大きさのホール起電圧が発生するという、いわゆる半導体ホール素子2aのホール効果を応用したものである。また、半導体ホール素子2aには、ゲルマニウムホール素子、シリコンホール素子など各種あって目的に応じて使い分けされている。

#### [発明が解決しようとする課題]

ところが、上述した従来の一次元方向のみのホール素子を用いた単軸用プローブで、各点での

れをX、Y、Z軸方向に移動可能な2または3軸方向プローブ移動用アクチュエータ(以下アクチュエータという)の一端に取付けることで、簡易な形状の被検査物近傍の所定の空間位置での磁束密度の計測ができ、さらに、ティーチング機能を有した産業用の多軸多関節型小型ロボットの電動ハンドの先端に保持すれば、回転および揺動が自由自在なため複雑な形状の被検査物の測定範囲をあらかじめトレースするだけで自動測定へ移行することができる。多軸同時計測プローブを使用しているため、従来のような単軸用プローブと違って感応軸方向を変えることなく、X、Y、Z3軸方向のうち少なくとも2方向同時に、あらかじめ指定された空間の各座標における磁束密度の計測を逐次行なうことが可能で、さらに得られたデータはA/D変換され、パソコンにて合成ベクトル計算の解析、磁束密度分布、磁力線分布曲線、磁束密度の等高線図処理などの表示、部分拡大などが自由自在に短時間のうちにできる。

#### [実施例]

以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。

第1図～第4図は本発明の1実施例を示す磁束密度自動計測装置の図であり、第1図は磁束密度自動計測装置システムの全体図、第2図(a)は多軸同時計測プローブの正面図、第2図(b)は第2図(a)の右側側面図、第3図は非磁性の絶縁体を立方体状に成形した後、その表面に3個の半導体ホール素子を互いにX、Y、Z軸に隣接して配した場合の多軸用ホール素子の斜视图、第4図は磁場自動計測装置の正面図、第5図は本発明の他の実施例を示す多軸多関節型小型ロボットを使用した場合の磁束密度自動計測装置システム全体図を示す。

第1図における磁束密度自動計測装置の場合の機構について説明する。まず、第1図中2次元と3次元のパルスステージ図は通常同時に使用するのではなく必要に応じて使用されるべきものである。符号10はパルスモータを使用したパルスステージであって、X軸、Y軸およびZ軸方向に進

で十分噛合されており、同様に、X軸成分のパルスステージ10bの溝部に配設されたねじ棒は、Z軸成分のパルスステージ10aの軸方向中央部に、X軸成分のパルスステージ10bの溝部に摺動可能に突設して設けられたステイ中心部にねじ穴を設けた後、前後に揺動しないように貫通して十分噛合している。符号100は磁束密度測定のための多軸同時計測用プローブであって、多軸同時計測用プローブ100を保有している保護管3は、X軸成分のパルスステージ10bの軸方向に着脱自在に装着されて、X軸成分のパルスステージ10bとともに上下、前後、左右移動可能になっている。多軸同時計測用プローブ100は、第2図に示すように、一旦非磁性の絶縁体を立方体状2bに成形されたものの表面に半導体ホール素子2aをX、Y、Z軸方向に直角に隣接させて配設した多軸用ホール素子5を、非磁性を有した保護管3の先端部に装着してエポキシ樹脂4をモールドして形成したものとなっている。また、本発明では、前記した多軸同時計測用

退自在に可能なように組合わされている。それぞれのX、YおよびZの各軸成分のパルスステージ中心部軸心方向に細長いコ字状の溝を刻設し、さらにコ字状の溝の中に細長いねじ棒を配設し、前記ねじ棒の一端は回転自在に簡易軸受などで軸支され、他端はパルスモータボックス12内に内蔵したパルスモータに軸着されて、ねじ棒の両端は進退不可能な状態で回転するように構成されている。パルスステージ装置において、最下部にはY軸成分のパルスステージ10cが水平に設置され、Y軸成分のパルスステージ10cに垂直にZ軸成分のパルスステージ10aが上下可動に配設され、さらにZ軸成分のパルスステージ10aと交差する形でX軸成分のパルスステージ10bが前後可動に水平に配設されている。Y軸成分のパルスステージ10cの溝部に配設されたねじ棒は、Z軸成分のパルスステージ10aの軸方向端部に、Y軸成分のパルスステージ10cの溝部に摺動可能に突設して設けられたステイ中心部にねじ穴を設けた後、前後に揺動しないように貫通し

プローブ100やパルスステージ10のような磁束密度自動計測装置本体の他に、所望の測定点にパルスステージ10を移動するためのパルスステージコントローラ20と、得られたX、Y、Z軸方向の磁束密度の各成分をアナログ表示するための磁場自動計測装置40、さらに得られたX、Y、Z軸方向の磁束密度成分をA/D変換して合成計算してベクトルとして表示するためのCRT60、あるいは測定空間内での各軸方向の測定範囲を決めるためのティーチング機能などのプログラムを有したパソコン30およびプリンタ50、パソコン30に命令を入力するためのキーボード70などから構成されている。

つぎに、第5図に示すような多軸多関節型小型ロボット300を用いた場合の機構について説明する。多軸多関節型小型ロボット300は本体部とアーム部およびハンド部の3つの部分から構成されている。本体部は固定されて揺動または回転しないベース301と、ベース301の上部に配設されて左右に回転自在に軸着されたボディ部

302から成っており、また、アーム部はボディ部302に上下揺動自在に軸着されたアップアーム303と、さらにアップアーム303に上下揺動自在に軸着されたフォアアーム305から成り、さらに、ハンド部は、フォアアーム305に回転自在に軸着された電動アーム306と電動アーム306の先端に固着され多軸同時計測用プローブを保持するためのフィンガ307から構成されている。このような多軸多関節型小型ロボット300を用いて2次元または3次元方向の磁束密度を測定する場合、測定開始前にティーチング機能を使って被検査物近傍の所望の測定範囲をトレースしておけばいかなる複雑な形状の被検査物でも面倒な動作プログラムを個別につくなくてもよく、工業上の利用範囲も広がる。また、多軸多関節型小型ロボット300を操作する場合には、パルスステージコントローラ20の代りにマイクロロボットコントローラ21を用いればよく、パソコン30、磁場自動計測装置40、プリンタ50、CRT60およびキーボード70

対値の大きさにより各軸独立に自動レンジ切換を行ない、磁場自動計測装置40前面の指示計器の説取り易い範囲にアナログ表示することが可能である。さらにパソコン30では、各測定点におけるX、Y、Z軸のA/D変換されたデータを各測定点における磁束密度のベクトル表示が行なわれ、さらに、これらの結果をプリンタ50に印刷することも容易に行なえる。すなわち、多軸同時計測用プローブ100を所望の各測定点にスキャンすることで、多軸同時計測用プローブ100そのものの方向を変えることなく行なえる。測定点におけるベクトルの絶対値 $|B_a|$ は、X、Y、Z軸の各磁束密度成分 $B_x$ 、 $B_y$ 、 $B_z$ を $\sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$ なる式で計算することで即座に算出することができる。本発明においては、前記したような自動測定でなく、手動測定もパソコン30のメニューを選択するだけで容易に行なえ、さらに、軸対称磁場測定について、2軸用パルスステージ200を使用すれば効率よく測定できる。

などはパルスステージ10を用いて磁束密度を測定する場合と同じシステムである。

つぎに所定の範囲の磁場の強度を自動的に測定したいときは、パソコンプログラムが有しているティーチング機能を利用して、パルスステージコントローラ20の機械原点と電気原点を一致させた後、パソコン30の画面上のメニューを見ながら走査（以下スキャンという）エリア、スキャンピッチおよび各々の相加平均を求めるための測定回数などを設定する。測定開始命令の信号がパソコン30からパルスステージコントローラ20に発せられ、これにしたがってX、YおよびZ軸成分のパルスステージ10が前後、左右、上下にそれぞれ移動することになる。多軸同時計測用プローブ100はX軸成分のステージコントローラ10bに保護管3を介して装着されており、被検査物近傍の所定の空間位置での磁束密度をX、Y、Z3軸方向同時に測定を行なう。これらの得られた測定データは磁場自動計測装置40でX軸、Y軸、Z軸方向の磁束密度成分および磁束密度の絶

また、前記実施例においては、第3図に示すように、例えば樹脂のような非磁性の絶縁体を立方形状2bに成形したものの表面上に半導体ホール素子2aをX、Y、Z軸の3辺を近接して配した後、接着剤で接着して固着させた、いわゆる多軸用ホール素子5状のものとした。このような多軸ホール素子5を製作する場合には、まず、非磁性の絶縁体2bを立方体状に寸法精度を向上させながら作成し、その表面上に半導体ホール素子2aを目で確認しながら正確に接着剤で接着するため、磁束密度測定においては信頼度の高い測定値が容易に得られる。

また、第3図に示したような多軸用ホール素子5に限定するものでなく、前記した多軸用ホール素子5の周辺全体を適度の厚みで再モールドすることにより完全に半導体ホール素子2aを固着してもよく、さらに、プラスチックで封止して市場に出荷されているホール素子2を半導体ホール素子2aの替わりに用いて、X、Y、Z軸の3辺を近接して配した後、接着剤などで非磁性の絶縁体

を立方体状2 bに成形したものの表面上に固着してもよい。

さらに、本発明によれば、被検査物との位置決めはパルスステージにより割出しが行なえるので手で計測する場合のような目盛板などは全く不要となり、測定範囲が特殊なものについてもパルスステージを変更するだけで対応が可能である。また、パルスステージに限定するものでなく、例えば、サーボモータステージなどのアクチュエータも利用できる。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、非磁性を有した絶縁体を用いて隣接する面どうしが直角になるような完全立方体形状のものが容易に製作でき、さらに、こうして製作された立方体状の表面上に、2個以上の半導体ホール素子を直交座標系の3方向のX、Y、Z軸に目で確認しながら隣接して接着剤で容易に固着し、これを保護管中に装填してモールドにて固設した多軸同時計測用プローブを用いることによって、被検査物近傍の所定の空間位置での磁束

密度の測定がX、Y、Z 3軸方向同時に計測可能となった。また、前記多軸同時計測用プローブを用いて得られたデータをパソコンで数値処理すれば、磁束密度分布、磁力線分布図、磁束密度の等高線図などの結果の表示などが短時間で得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図から第4図までは本発明の1実施例を示す磁束密度自動計測装置をものとして、第1図はパルスステージを使用した場合の磁束密度自動計測装置システムの全体図、第2図(a)は多軸同時計測プローブの正面図、第2図(b)は第2図(a)の右側側面図、第3図は非磁性の絶縁体を立方体状に成形した後、その表面に3個の半導体ホール素子を互いにX、Y、Z軸に隣接して配した場合の多軸用ホール素子の斜視図、第4図は磁場自動計測装置の正面図、第5図は本発明の他の実施例を示す多軸多関節型小型ロボットを使用した場合の磁束密度自動計測装置システムの全体図、第6図は従来公知の単軸用プローブの1例を示す斜視図であって、第6図(a)は単軸用プローブの

測定前の状態、第6図(b)は単軸用プローブの測定時の状態を示す。

1……単軸用プローブ、 2……ホール素子、

2 a…半導体ホール素子、 3……保護管、

5……多軸用ホール素子

10……3次元方向パルスステージ、

20……パルスステージコントローラ、

21……マイクロロボットコントローラ、

30……パソコン、

40……磁場自動計測装置、

50……プリンタ、 60……CRT、

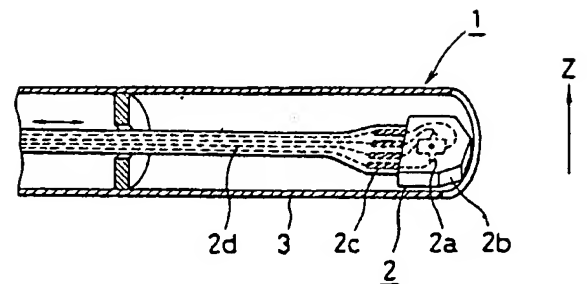
70……キーボード、

100…多軸同時計測用プローブ、

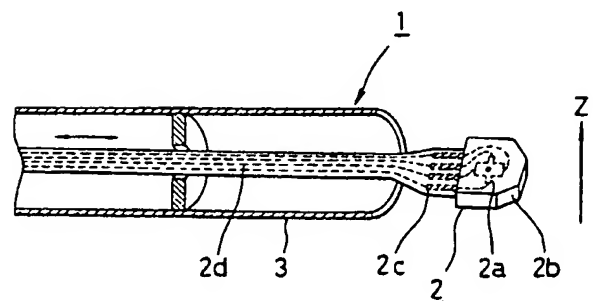
200…2次元方向パルスステージ、

300…多軸多関節型小型ロボット。

第 6 図 (a)

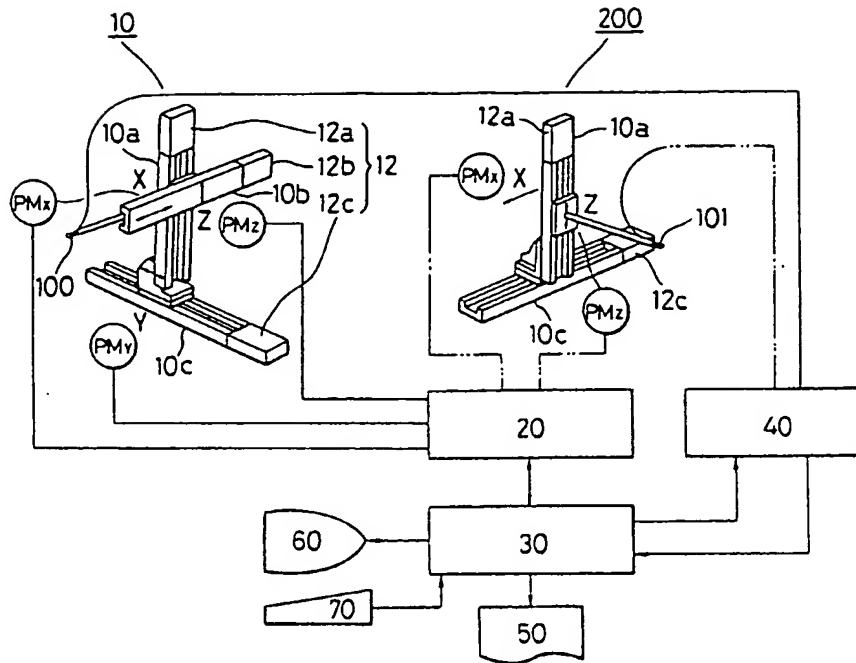


第 6 図 (b)

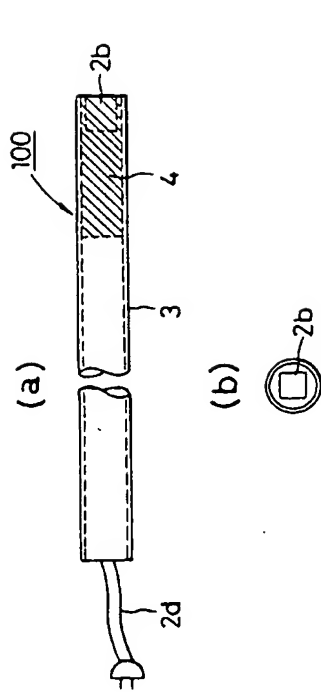


特許出願人 宇部興産株式会社

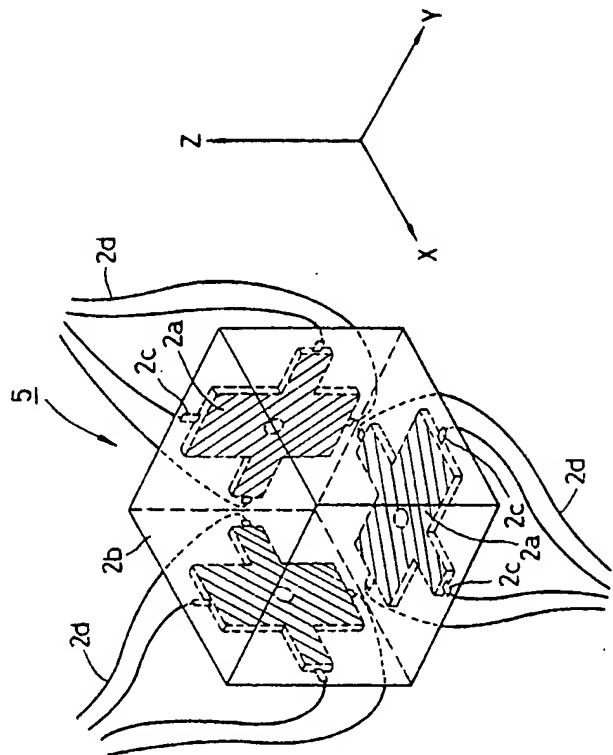
第 1 図



第 2 図

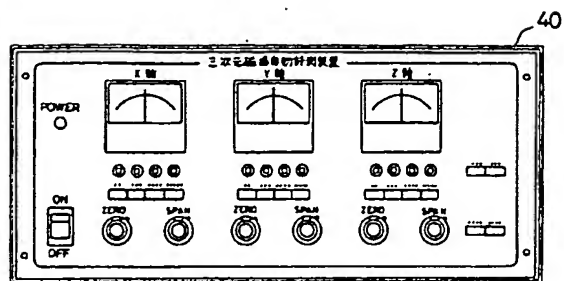


第 3 図





第 4 図



第 5 図

